

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-210510

(P2001-210510A)

(43)公開日 平成13年8月3日(2001.8.3)

(51)Int.Cl'	識別記号	F I	テ-マ-ト(参考)
H 01 F 1/20		H 01 F 1/20	4 G 00 2
B 22 F 1/00		B 22 F 1/00	X 4 K 01 8
C 01 G 49/00		C 01 G 49/00	Z 5 E 04 1
H 01 F 1/36		H 01 F 1/36	5 E 32 1
H 05 K 9/00		H 05 K 9/00	H

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全7頁)

(21)出願番号 特願2000-24772(P2000-24772)

(22)出願日 平成12年1月28日(2000.1.28)

(71)出願人 000134257

株式会社トーキン

宮城県仙台市太白区郡山6丁目7番1号

(72)発明者 吉田 栄吉

宮城県仙台市太白区郡山6丁目7番1号

株式会社トーキン内

(72)発明者 安藤 順輔

宮城県仙台市太白区郡山6丁目7番1号

株式会社トーキン内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 軟磁性粉末及びそれを用いた複合磁性体

(57)【要約】

【課題】 広帯域に亘る高周波不要輻射を抑制し得る、
单一な組成及び粒度分布の軟磁性体粉末及びそれを用い
た複合磁性体からなる電磁干渉抑制体を提供すること。

【解決手段】 軟磁性粉末の比表面積を一定以上とし
て、異なる大きさの2つの異方性磁界を発現させること
により、この軟磁性体粉末と結合剤からなる複合磁性体
に2つの磁気共鳴を発現させて、高周波領域における広
帯域の電磁干渉抑制効果を得る。

【特許請求の範囲】

【請求項1】組成が單一で、最大値を持ちかつ極大値及び極小値を持たない粒度分布曲線を有し、互いに異なる大きさの2つの異方性磁界を有することを特徴とする軟磁性粉末。

【請求項2】比表面積が $0.3\text{ m}^2/\text{g}$ 以上であることを特徴とする請求項1に記載の軟磁性粉末。

【請求項3】少なくとも表面近傍における組成の磁歪定数が0でないことを特徴とする請求項1または請求項2に記載の軟磁性粉末。

【請求項4】扁平形状を有することを特徴とする請求項1ないし請求項3のいずれかに記載の軟磁性粉末。

【請求項5】請求項1ないし請求項4のいずれかに記載の軟磁性粉末と結合剤からなり、互いに異なる周波数領域で、2つの磁気共鳴を示すことを特徴とする複合磁性体。

【請求項6】軟磁性粉末が配向、配列されていることを特徴とする請求項5に記載の複合磁性体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高周波領域における磁気損失特性に優れた磁性体に関し、更に詳しくは、高周波電子部品あるいは電子機器において問題となる不要輻射の抑制に有効な複素透磁率特性に優れた軟磁性体と、それを用いた複合磁性体に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、高速動作する高集積化された半導体素子の普及が著しい。その例として、ランダムアクセスメモリ(RAM)、リードオンリーメモリ(ROM)、マイクロプロセッサ MPU)、中央演算素子(CPU)などがある。

【0003】これらの能動素子においては、演算速度や信号処理速度が日進月歩の勢いで高速化されており、高速電子回路を伝播する電気信号は、電圧、電流の大きな変動を伴うために、誘導性のノイズが発生し易く、不要高周波輻射源となっている。

【0004】一方、電子部品や電子機器の軽量化、薄型化、小型化の流れも止まることを知らない急速な勢いで進行している。それに伴い、半導体素子の集積度や、プリント配線基板への電子部品実装密度も極めて高くなっている。

【0005】従って、過密に集積あるいは実装された電子素子や信号線が、互いに極めて接近することになり、前記の信号処理速度の高速化と併せて高周波ノイズが、より誘発され易くなっている。また、このような高周波ノイズの発生、漏洩が、各素子間における相互干渉による誤動作を引き起こす可能性が高くなっている。

【0006】そして、近年のこのような電子集積素子あるいは配線基板においては、能動素子への電源供給ラインからの不要輻射の問題が指摘され、電源ラインにデカ

ップリングコンデンサなどの集中定数部品を挿入するなどの対策が施されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、高速化された電子集積素子あるいは配線基板においては、発生するノイズが高調波成分を含むために、信号の経路が分布定数的に振る舞うようになり、従来の集中定数回路を前提にしたノイズ対策が効を奏さない状況が生じていた。

【0008】本発明は、このような高速動作する半導体素子や電子回路などの不要輻射対策に有効な磁性材料を提供することを目的とするものである。より詳しくは、本発明は、広い周波数範囲に及ぶ高周波不要輻射に対して簡便かつ効果的に対処できる磁気損失材料の提供を目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、以前に高周波での磁気損失の大きな複合磁性体を発明し、これを不要輻射源の近傍に配置することで、上記の半導体素子や電子回路などから発生する不要輻射を効果的に抑制する方法を見出している。

【0010】このような磁気損失を利用した不要輻射減衰の作用機構については、最近の研究から、不要輻射源となっている電子回路に対して等価的な抵抗成分が付与されることによることが分かっている。ここで、等価的な抵抗成分の大きさとその効果が現れる周波数領域は、それぞれ磁性体の磁気損失項 μ とその周波数分散の範囲に依存している。

【0011】従って、より大きな不要輻射の減衰を得るには、大きな μ と不要輻射に見合った μ の分散が必要となってくる。実際に、種々の電子回路にて発生している不要輻射の周波数分布は、殆どの場合、広い範囲に及んでいるため、通常の磁気損失材料のもつ μ の周波数分散では、充分にカバーしきれない。本発明は、かかる現状に鑑みてなされたものである。

【0012】広い周波数範囲に尾不要輻射に対応するために、必要な大きさの異方性磁界(H_k)を広い周波数範囲で与える軟磁性粉末を得るには、複数の互いに異なる大きさの異方性磁界(H_k)を有する複数の磁性粉末を混合する方法があるが、本発明者らは、より簡単に即ち単一種の組成を有する粉末にて2つの互いに異なる大きさの異方性磁界(H_k)を有する磁性粉末を得る方法を見出し本発明に到了。

【0013】本発明によれば、組成が單一で、最大値を持ちかつ極大値及び極小値を持たない粒度分布曲線を有し、互いに異なる大きさの2つの異方性磁界を有することを特徴とする軟磁性粉末が得られる。

【0014】また、本発明によれば、前記の軟磁性粉末において、比表面積が $0.3\text{ m}^2/\text{g}$ 以上であることを特徴とする軟磁性粉末が得られる。

【0015】また、本発明によれば、前記の軟磁性粉末において、少なくとも表面近傍における組成の磁歪定数が0でないことを特徴とする軟磁性粉末が得られる。

【0016】また、本発明によれば、前記の軟磁性粉末において、扁平形状を有することを特徴とする軟磁性粉末が得られる。

【0017】また、本発明によれば、前記の軟磁性粉末と結合剤からなり、互いに異なる周波数領域で、2つの磁気共鳴を示すことを特徴とする複合磁性体が得られる。

【0018】また、本発明によれば、前記の複合磁性体において、軟磁性粉末が配向、配列されていることを特徴とする複合磁性体が得られる。

【0019】

【作用】本発明は、単一種の組成からなる原料磁性体を、その比表面積の大きさが一定以上となるように加工することにより得られる、粉末特性の分化（非单一化）の発見に基づいている。この現象についての詳細は、S. Yoshiida et al.: J. Appl. Phys., Vol. 85, No. 8, 4636-4638 (1999)に記載されている。以下に、単一種からなる原料磁性体が特定の非表面積の大きさ以上となった際に、2つの互いに異なる大きさの異方性磁界（H_k）を示す理由を説明する。

【0020】軟磁性粉末における磁気的なファクターのうち、反磁界の大きさと、粒子内に流れる渦電流の大きさは、粉末の形状に依存する。例えば、アトマイズ法などにより作製された等方性の磁性粉末では、粉末形状に由来する反磁界が等方的に存在するとともに、渦電流による損失が比較的低い周波数の領域から現れるために、高周波領域で優れた磁気特性を得ることが困難である。

【0021】ところが、等方性の形状の粉末を機械的に摩碎すると、その進行に伴い粉末の形状が扁平化されるとともに、透磁率特性が大きく改善されてくる。これは、粉末が扁平化されることによって、扁平面方向の反磁界が格段に小さくなることと、扁平面に垂直な方向の長さ、即ち粉末の厚さが薄くなり、表皮効果によって渦電流損失も大幅に低減されることによる相乗効果によりもたらされる。

【0022】機械的な摩碎を更に継続すると、扁平面に亀裂が生じ、より細かい扁平粉末に変化して行く。機械的摩碎による粉末の扁平化は、このような過程で進行するが、粉末の比表面積は、摩碎時間に比例する。即ち、摩碎時間を変えることで比表面積の異なる扁平状の磁性粉末を得ることができる。また、出発原料粉末の粒子径あるいは比表面積を変えることで、比表面積の異なる扁平状の粉末を得ることもできる。

【0023】本発明者らは、Fe-Si-AlやNi-Feなどの代表的な軟磁性金属粉末に関し、比表面積の異なる種々の扁平粉末を試作し、それらの磁気的な性質を調べたところ、比表面積がある程度の大きさになる

と、新たに高周波側に磁気共鳴が出現することを見出した。即ち、組成、形状及び残留応力に依存した周波数に出現する従来の磁気共鳴に加えて、より大きな磁気異方性に基づく磁気共鳴が現れるのである。この現象は、磁性体の組成に由来する磁歪定数の大きさによってその発現のし易さが若干異なってくるが、代表的な軟磁性金属であるFe-Si-AlやNi-Feの組成の扁平粉末では、およそその比表面積が0.3m²/g程度以上にて認めることができる。

【0024】この現象は、例えば、何らかの理由で扁平状の磁性粉末の粒子形状、粒子径、あるいはアスペクト比などの形状ファクターが二項分布となつたために得られる結果、例えば、異方性磁界（H_k）の異なる2種類の粉末を混合したような場合とは本質的に異なる現象であり、粉末の表面近傍部分の占める体積が粉末体積に対して無視できない大きさになってくることで、表面磁気異方性が発現したことによる現象と考えられる。従って、異なる異方性を有する2種類の粉末を混合して用いる事例とは全く別なものであることは言うまでもない。

【0025】この表面磁気異方性に起因すると考えられる2つ磁気共鳴発現については、粉末単位重量あたりの表面積、即ち比表面積の大きさが支配的な要因であるが、表面磁気異方性をもたらす他の要因、例えば磁気弾性効果の大きさ、即ち磁歪定数大きさや、粉末に残留する歪の大きさによっても2つの共鳴が発現する表面積が異なってくるので、その値を特定して示すのは困難である。

【0026】しかしながら、粉末が大きな磁気弾性効果による異方性を有するほど、2つの磁気共鳴が現れる表面積は小さくなる傾向認められている。従って、機械的に摩碎され扁平化された粉末では、摩碎による残留応力がかなり大きいと考えられるので、比較的小さな表面積で2つの共鳴が認められる場合が多い。

【0027】即ち、本発明は、単一の組成及び粒度分布を有する軟磁性体粉末において、比表面積を特定することによって、互いに異なる大きさの2つの異方性磁界（H_k）を発現させ、広帯域な分散特性を得るものである。

【0028】ここで、本発明に用いられる原材料について説明する。本発明に用いられる軟磁性粉末としては、高周波透磁率の大きな、Fe-Al-Si合金（センダスト）、Fe-Ni合金（バーマロイ）あるいはアモルファス合金などの金属軟磁性材料を、粉碎加工、延伸及び引製加工、あるいはアトマイズ造粒などにより粉末化したもののが代表として挙げられる。

【0029】また、スピネル型フェライト、ブレーナ型フェライト、ヘマタイト、マグнетタイト、マグヘタイトなどの酸化物軟磁性体の粉末を用いることもできる。

【0030】一方、本発明の複合磁性体を得るための副材料として用いる結合剤としては、電子回路近傍での利

用を考慮し、優れた可視性及び難燃性を得ることができるもの塩素化ポリエチレンが好適であるが、これ以外に用いることができる有機結合剤としては、ポリエステル系樹脂、ポリエチレン樹脂、ポリ塩化ビニル系樹脂、ポリビニルブチラール樹脂、ポリウレタン樹脂、セルロース系樹脂、ABS樹脂、エチレン-酢酸ビニル共重合体、アクリロニトリル-ブタジエン系ゴム、ステレン-ブタジエン系ゴム、シリコンゴムなどの熱可塑性樹脂や熱可塑性エラストマー、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、アミド系樹脂、及びイミド系樹脂などの熱硬化性樹脂などが挙げられる。

【0031】また、基本的に適度の接着性と可撓性を具備した熱可塑性樹脂や熱硬化性樹脂であれば、上記以外でも本発明の結合剤として使用できることは勿論である。以上に挙げた本発明の構成要素を混練、分散し、複合磁性体を得る手段としては特に制限はなく、用いる結合剤の性質や工程の容易さを基準に好ましい方法を選択すればよい。

【0032】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態につき、具体的な実施例を挙げ、説明する。ここでは、扁平形状の軟磁性体粉末として、Siが9.8重量%、Alが5.9重量%、残部がFeという組成のFe-Al-Si合金粉末、Niが80重量%、Feが20重量%という組成のFe-Ni合金粉末を用いた。これらの合金を扁平形状の粉末とするには、アトライタ及びピンミルを用いて延伸及び粉碎加工するという方法を用いた。不定形の形状の軟磁性体粉末として、マグネタイト粉末を用いた。

【0033】また、前記の軟磁性粉末を複合磁性体とするには、軟磁性粉末を90重量部、結合剤として塩素化ポリエチレン樹脂を10重量部、溶剤としてトルエンを50重量部を、それぞれ秤量、混合したペーストを、ドクターブレード法により製膜し、熱プレスを施した後に85°Cにて24時間キュアリングするという方法を用いた。

【0034】

【実施例】(実施例1) 前記組成で比表面積の異なるFe-Al-Si合金粉末を3種類準備した。BET法で測定したそれらの比表面積は、それぞれ $0.67\text{ m}^2/\text{g}$ 、 $1.33\text{ m}^2/\text{g}$ 、 $0.17\text{ m}^2/\text{g}$ である。図1は、比表面積が $0.67\text{ m}^2/\text{g}$ のFe-Al-Si合金粉末の粒度分布を示した図である。この粒度分布曲線は、最大値を持ち、極大値及び極小値を持たない曲線であり、この合金粉末が単一な粒度分布を有することを示している。また、他の合金粉末の粒度分布もこれと同様である。なお、これらの合金粉末を表面分析した結果、合金粉末の表面は出発組成に比較して、鉄が過剰な組成となっていることが推定された。

【0035】これらの合金粉末を前記の方法により複合

磁性体シートとして、特性評価用の試料とした。ここで、便宜上、比表面積が $0.67\text{ m}^2/\text{g}$ の合金粉末を使用した複合磁性体からなるものを試料1とし、以下同様に $1.33\text{ m}^2/\text{g}$ のものを試料2、 $0.17\text{ m}^2/\text{g}$ のものを試料3とする。

【0036】これらの試料について、振動型磁力計並びに走査型電子顕微鏡を用いて解析したところ、磁化容易軸及び粒子配向方向は、試料面内方向であった。また、これらの複合磁性体試料の性能を検証するために、これらの試料の透磁率-周波数($\mu-f$)特性及び電磁干渉抑制効果を調べた。ここで、 $\mu-f$ 特性の測定では、トロイダル形状に加工した複合磁性体試料を、1ターンコイルを形成するテストフィックスチャに挿入し、インピーダンスを計測することにより、複素透磁率の μ' 及び μ'' を求めた。

【0037】また、図2は、複合磁性体の電磁干渉抑制効果を検証するための評価装置の概略を示したものである。ここでは、厚さ2mmで一辺が200mmの正方形の複合磁性体シート21に銅板22を裏打ちし、評価用試料23とした。電磁干渉抑制効果の評価には、電磁界波源用発振器24を用いた波源用素子及び受信用素子として、ループ径1.5mmの電磁界送信用及び電磁界受信用の微小ループアンテナ25、26を用い、結合レベルの測定にはネットワークアナライザ(電磁界強度測定器)27を用いた。

【0038】図3、図4、図5は、それぞれ試料1、試料2、試料3の $\mu-f$ 特性を示したものである。図3、図4においては、いずれも2つの磁気共鳴の発現によって高周波領域における μ'' の値が大きく、かつ広帯域に亘っていることが判る。これに対し、図5においては、 μ'' が広帯域に拡がることはなく、一般的に複合磁性体に見られる $\mu-f$ 特性を示している。

【0039】これらの結果から、比表面積が比較的小さな合金粉末を用いた複合磁性体においては、1つの磁気共鳴のみ観察されるが、比表面積がより大きい合金粉末を用いた複合磁性体においては、粒度分布が单一であるにも拘らず、2つの磁気共鳴が明瞭に観察され、その結果として磁気損失項 μ'' も広帯域に亘る2つの分散を示す。そして、2つの磁気共鳴の発現は、合金粉末の比表面積が大きい方がより顕著になる。即ち、比表面積が $0.3\text{ m}^2/\text{g}$ 以上の合金粉末を用いた試料1、試料2は、高周波領域において、広帯域の磁気損失特性を有していることが判る。

【0040】次に、各試料の μ'' 分布及び電磁干渉抑制効果について説明する。ここで、電磁干渉抑制効果の値は、銅板を基準(0dB)としたときの信号減衰量である。表1は、これらの結果を示したものである。

【0041】

【表1】

	試料1	試料2	試料3	
μ 分布	広い	広い	狭い	
信号減衰量	800MHz	7.0dB	6.5dB	6.9dB
	1.9GHz	8.0dB	7.5dB	2.5dB

【0042】表1より、以下に述べる効果が明白である。即ち、試料1及び試料2では、800MHz帯及び1.9GHz帯のいずれの周波数帯においても良好な電干渉抑制効果を示しているのに対して、試料3では、1.9GHz帯での電磁干渉抑制効果はかなり劣る。従って、本発明による μ 分布の拡張効果が広い周波数に亘る不要輻射の抑制に極めて有効であることが理解できる。

【0043】(実施例2) 次に、軟磁性体粉末として、Fe-Ni合金粉末を用いた例について説明する。ここでも、比表面積がそれぞれ $0.13\text{m}^2/\text{g}$ 、 $0.47\text{m}^2/\text{g}$ 、 $0.61\text{m}^2/\text{g}$ の扁平形状の合金粉末を使用して、実施例1と同様に複合磁性体を作製した。また、いずれの粉末も粒度分布は単一な分散を示すことを確認している。

【0044】ここでも、便宜上、比表面積が $0.13\text{m}^2/\text{g}$ 、 $0.47\text{m}^2/\text{g}$ 、 $0.61\text{m}^2/\text{g}$ の合金粉末を使用した複合磁性体からなる特性評価用の試料をそれぞれ試料4、試料5、試料6とする。図6、図7、図8は、それぞれ試料4、試料5、試料6の透磁率特性の評価結果を示す図である。

【0045】これらの結果より、比表面積が比較的小さな合金粉末を使用した試料4においては、1つの磁気共鳴のみ観察されるが、比表面積がより大きい合金粉末を用いた試料5及び試料6においては、単一な粒度分布にも拘らず、2つの磁気共鳴が観察され、しかも比表面積が大きい方がその現象が明瞭であることが判る。その結果として、磁気損失項 μ' も2つの分散を有することで、広い帯域に亘っている。

【0046】(実施例3) 実施例1及び実施例2は、扁平形状の磁性粉末を用いた場合についての説明であるが、前記の通り、2つの磁気共鳴が発現する現象は、表面磁気異方性によるものであると考えられるため、粉末形状が扁平形状でなくとも同様の現象を発現する。その例を次に示す。磁性粉末として、不定形の形状を有し、粒度分布が单一分散を示すマグネタイト(Fe_3O_4)粉末を準備した。この場合も比表面積が $0.20\text{m}^2/\text{g}$ 、 $1.3\text{m}^2/\text{g}$ の磁性粉末を用い、実施例1と同様に作製した複合磁性体からなる試料を、それぞれ試料7、試料8とする。

【0047】図9、図10は、それぞれ試料7、試料8の透磁率特性の評価結果を示したものである。これらの

結果より、比表面積が比較的小さな磁性粉末を用いた試料においては、磁気共鳴が1つのみ観察されるが、比表面積が大きい磁性粉末を用いた試料においては、単一な粒度分布にも拘らず、2つの磁気共鳴が発現している。

【0048】

【発明の効果】以上に具体的な例を示して説明したが、磁性粉末の比表面積がある程度の大きさになると、単一な組成と単一な粒度分布であっても、新たに高周波側に磁気共鳴が出現する。即ち、組成、形状及び残留応力に依存した周波数に出現する従来の磁気共鳴に加えて、より大きな磁気異方性に基づく磁気共鳴が現れる。

【0049】本発明の実施例においても、用いた粉末の形状や粒度分布は、単一なものとなっている。また、本実施例においては、扁平形状の軟磁性金属微粒子の例を多く挙げたが、本発明の単一微粒子での2つの磁気共鳴の出現は、磁歪定数が0でない不定形状を有する磁性粉末例えばマグネットイトなどにおいても、粉末の表面積がある程度の大きさになると現れてくる現象である。

【0050】このように、本発明の軟磁性体粉末及びそれを用いた複合磁性体は、単一の組成及び粒度分布を有しながら、互いに異なる周波数領域に2つの磁気共鳴が出現するので、広帯域な μ' 分散特性が見られる。この虚数部透磁率 μ' は、電磁波の吸収に必要な磁気損失項であり、 μ' に値が大きく、かつ広帯域に亘っていることにより優れたノイズ抑制効果が現れる。

【0051】これにより、移動体通信機器を始めとする高周波電子機器類内部でのノイズ抑制に有効な薄型の複合磁性体を提供することができる。さらに、本発明の軟磁性体粉末及びそれを用いた複合磁性体は、その構成要素の特長から容易に可操作性を付与することが可能であり、複雑な形状への対応や厳しい耐振動性、耐衝撃性の要求への対応が可能である。

【0052】以上、説明したように、本発明による軟磁性体粉末及びそれを用いた複合磁性体は、不要電磁波の輻射抑制などに効果的な材料であり、電子部品、特に高速動作する能動素子や高密度実装されたプリント配線基板などにおけるノイズ防止に極めて有効である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に用いる磁性粉末の粒度分布を示す図。

【図2】本発明の複合磁性体の電磁干渉抑制効果を評価するための装置を模式的に示す図。

【図3】本発明の実施例における試料1の $\mu'-f$ 特性を示す図。

【図4】本発明の実施例における試料2の $\mu'-f$ 特性を示す図。

【図5】本発明の実施例における試料3の $\mu'-f$ 特性を示す図。

【図6】本発明の実施例における試料4の $\mu'-f$ 特性を示す図。

【図7】本発明の実施例における試料5の $\mu'-f$ 特性を

示す図。

【図8】本発明の実施例における試料6の $\mu-f$ 特性を示す図。

【図9】本発明の実施例における試料7の $\mu-f$ 特性を示す図。

【図10】本発明の実施例における試料8の $\mu-f$ 特性を示す図。

【符号の説明】

21 複合磁性体

22 銅板

23 評価用試料

24 電磁界波源用発振器

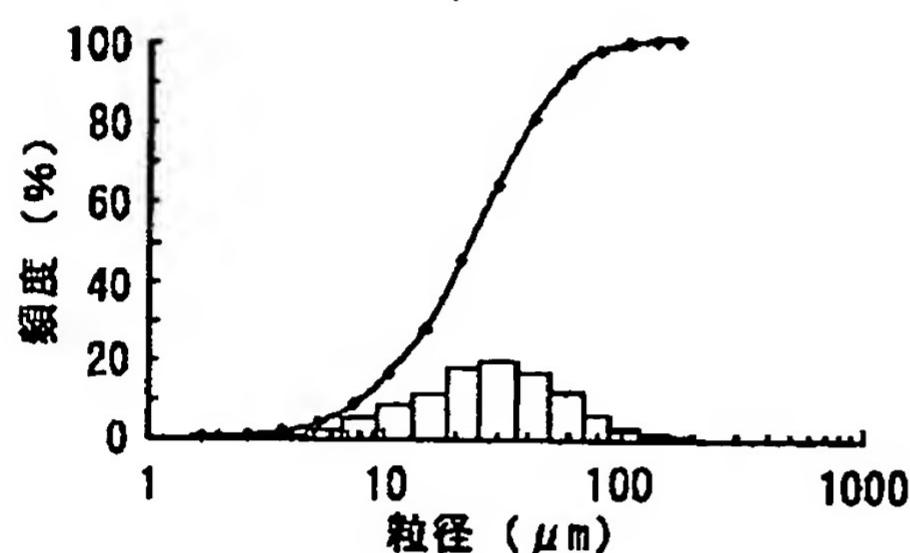
31 磁気共鳴1

32 磁気共鳴2

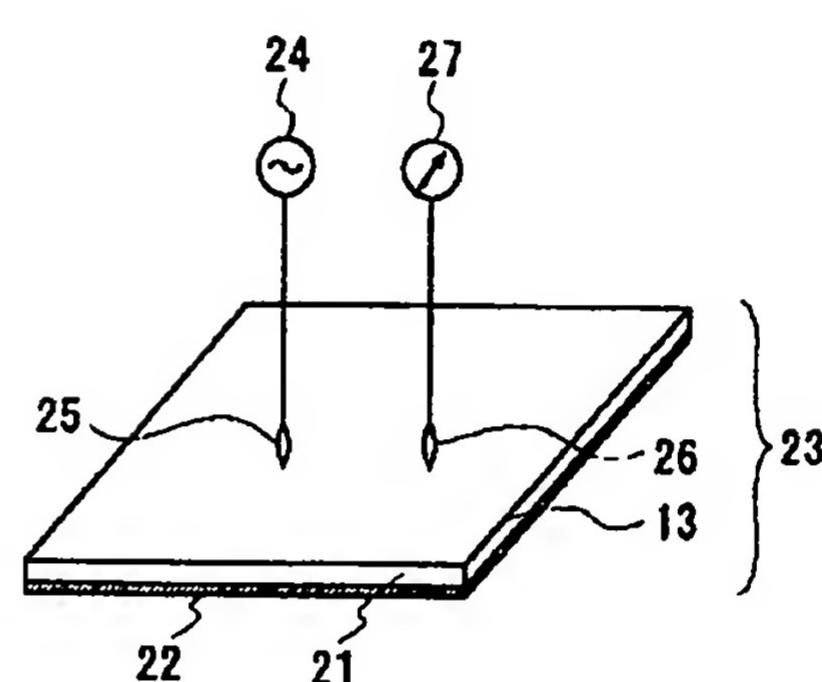
33 磁気共鳴1に対応するピーク

34 磁気共鳴2に対応するピーク

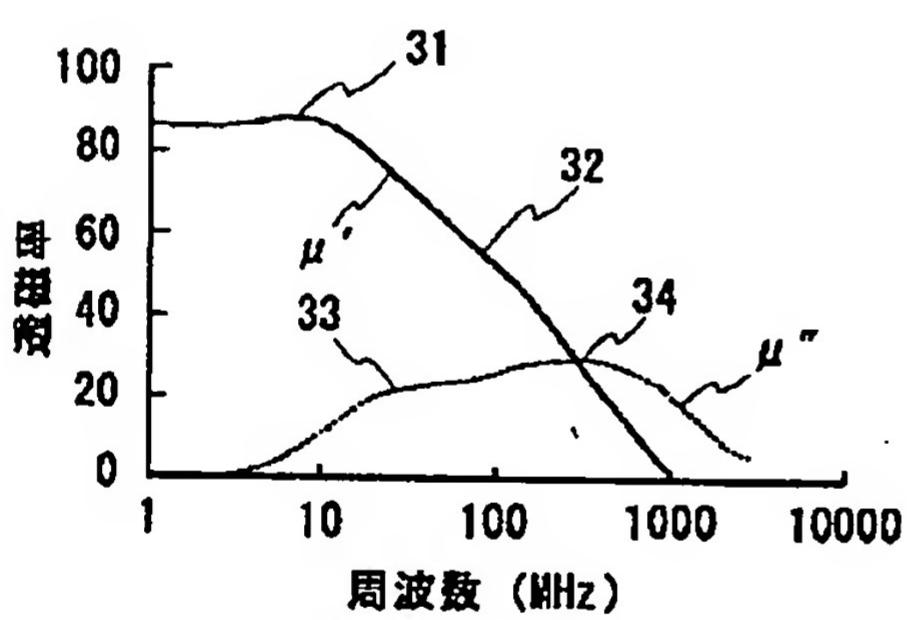
【図1】



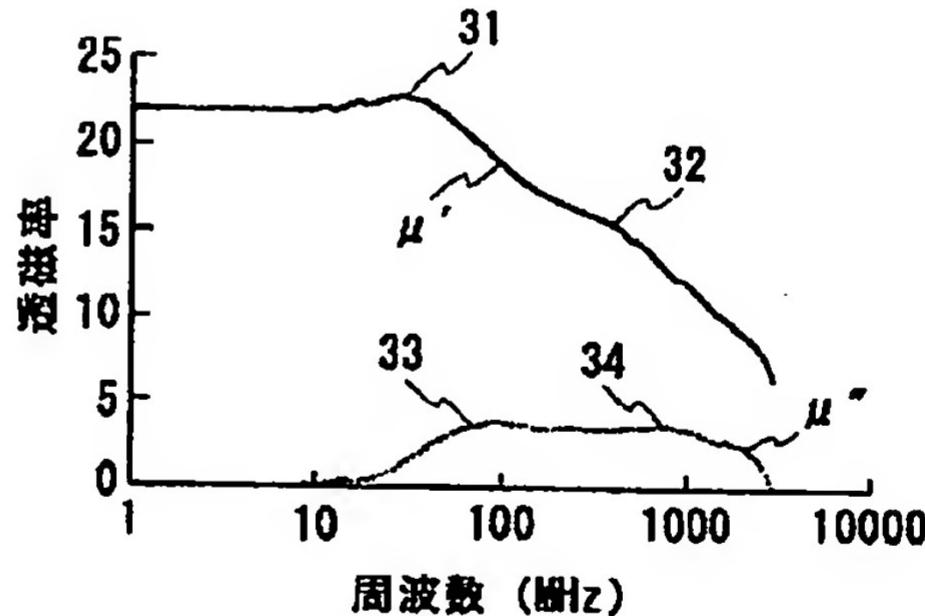
【図2】



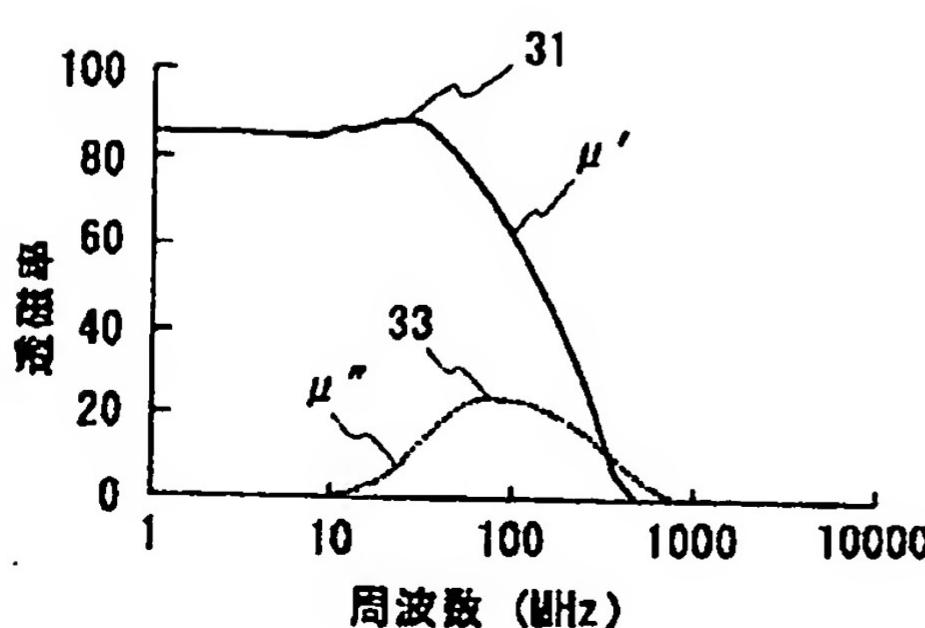
【図3】



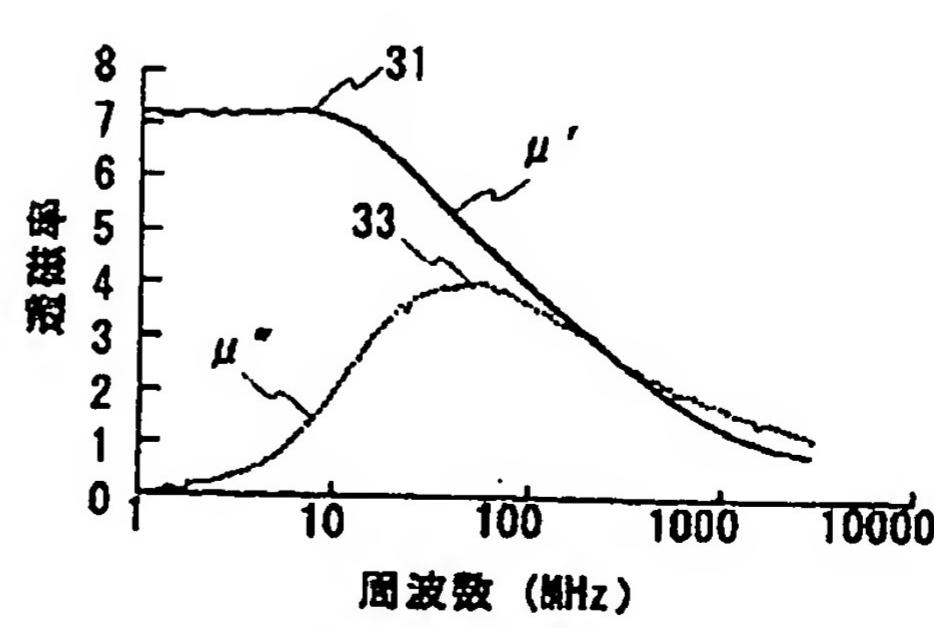
【図4】



【図5】

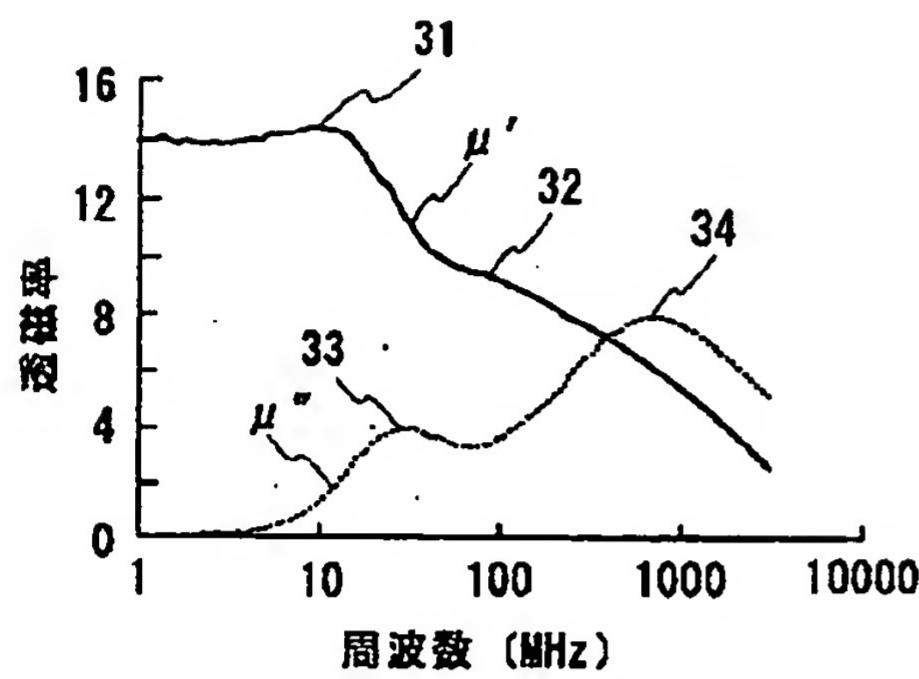


【図6】

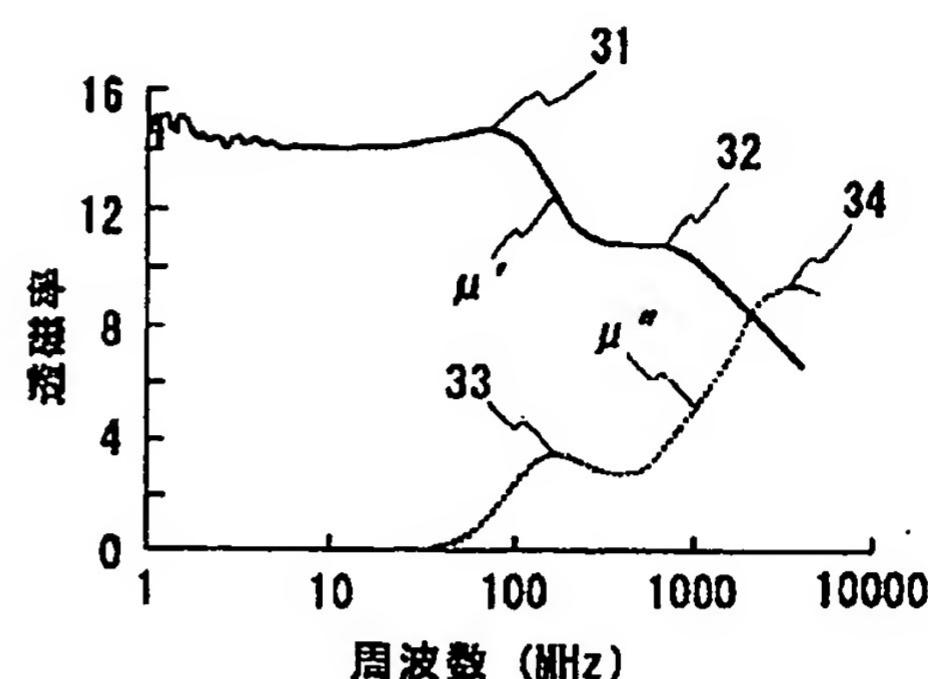


(7) 001-210510 (P2001-21JL8

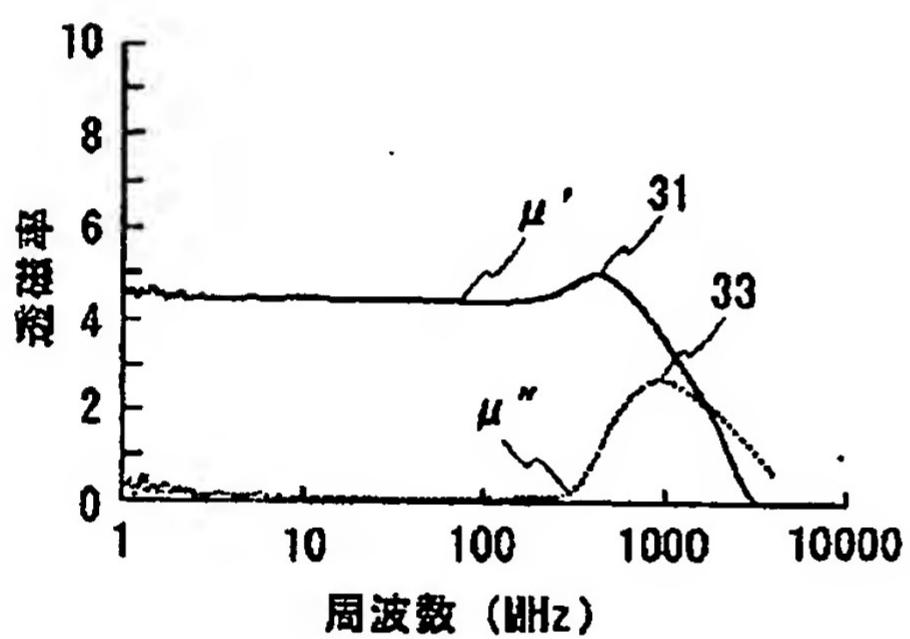
【図7】



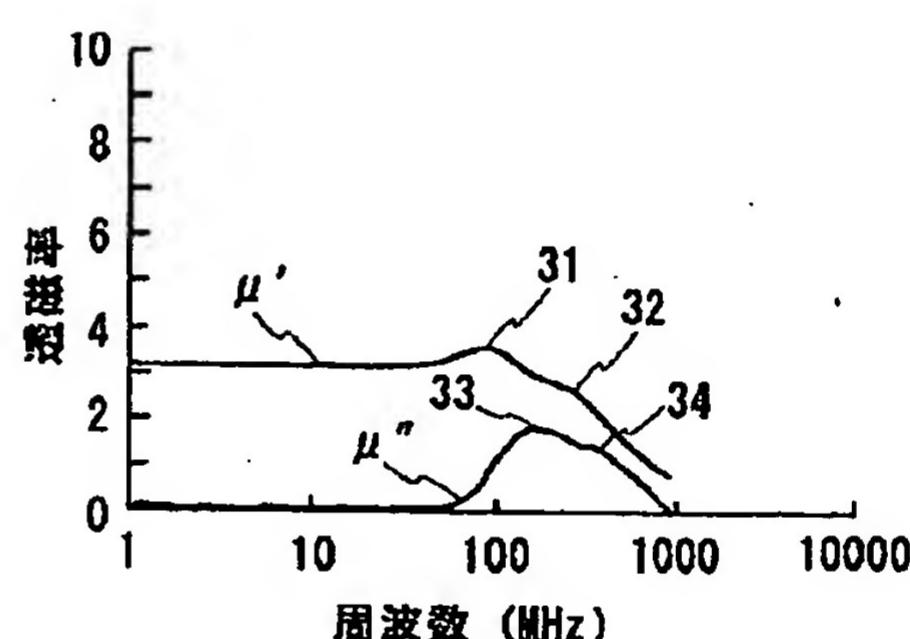
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

F ターム(参考)
4G002 AA03 AB02 AD04 AE02
4K018 AA26 BA16 BB01 BB04 BD05
5E041 AA04 AA07 AB14 CA06 HB17
NN06 NN15
5E321 AA32 BB32 BB44 BB53 BB55
GG05 GG07